

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑪ DE 3833220 A1

⑤1 Int. Cl. 5  
B 29 C 45/28

②1 Aktenzeichen. P 38 33 220 5  
②2 Anmeldetag 30. 9. 88  
④3 Offenlegungstag 5. 4. 90

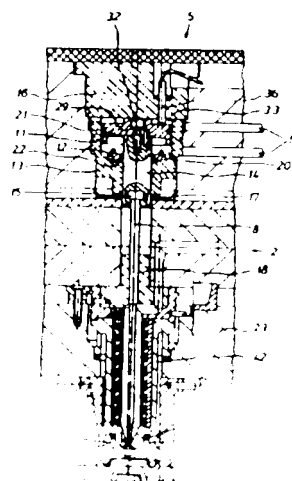
DE 3833220 A1

⑦1 Anmelder:  
Agfa-Gevaert AG, 5090 Leverkusen, DE

⑦2 Erfinder:  
Peuke, Helmut, Dipl.-Ing., 8301 Hohenthann, DE;  
Gumplinger, Franz, 8303 Rottenburg, DE;  
Steinsdorfer, Lothar, 8428 Rohr, DE, Riedel, Gerd,  
Dipl.-Ing., 8000 München, DE

⑤4 Spritzgießwerkzeug zur Verarbeitung thermoplastischer Kunststoffe

Beschrieben ist ein verbessertes Spritzgießwerkzeug, bestehend aus einer Nadelverschlußdüse, einem Heißkanal und Temperiersystem sowie einem die Nadelführung bewirkenden Kolbenantrieb, sowie einer Kontrollvorrichtung zur Steuerung der Spritzgußvorgänge. Erfindungswesentlich ist, daß die Verschleißanfalligkeit des Spritzgießwerkzeugs durch spezielle Abdichtungsmaßnahmen der Kolben (11, 14) gegen das Ventilgehäuse (13) durch spezielle Beschichtungsmaßnahmen an den gegeneinanderreibenden Teilen verringert wurde und daß der Materialdurchfluß durch den Heißkanal und die Nadelverschlußdüse optimiert wurde. Ein Sensorsystem (36) in Verbindung mit einer Auswerteeinheit veranlaßt das Auswerfen fehlerhaft produzierter Formteile (Figur 2).



DE 3833 A1

Die Erfindung betrifft ein Spritzgießwerkzeug für Formteile, bestehend aus mindestens einem elektrisch beheizten Nadelverschlußsystem, wobei der vordere Nadelteil eine Angußöffnung periodisch öffnet und schließt, wobei der hintere Nadelteil mit einem axial verschiebbaren Kolben verbunden ist, der in einem Zylinder abgedichtet gleitet, wobei der Zylinder mit Luft oder Hydrauliköl zur Huberzeugung des Kolbens beaufschlagbar ist sowie einem Heizkanalsystem für die Zuführung des thermoplastischen Kunststoffes und mit einem Kontrollsystem für den Ablauf des Spritzgußvorganges sowie einem Temperiersystem zur schnellen Abführung der Wärme.

Spritzgießwerkzeuge der oben genannten Art werden in zahlreichen Ausführungen kommerziell vertrieben. In **Fig. 1** ist eine derartige Ausführungsform schematisch im Schnitt dargestellt. Sie besteht im wesentlichen aus einer in einem Werkzeugblock (2) eingebauten Nadelverschlußduse (1), welche elektrisch beheizt ist und wobei der vordere konisch sich zuspitzende Teil (7) einer axial verschiebbaren Nadel (8) eine Angußöffnung (9) periodisch öffnet und schließt, durch die der durch den Heizkanal (3) kommende thermoplastische Kunststoff bei circa 220°C unter hohem Druck in die Kavität (15) eingespritzt wird. Der die Kavität bildende trennbare Werkzeugblock (10, 11) wird über ein Temperiersystem (12, 12', 12'') gekühlt. Aus der DE 32 45 571 ist bekannt, in der Nadelverschlußduse benachbart der Angußöffnung einen Vorzentriertkörper anzuordnen, der eine exakte Führung der Nadel gewährleistet. Hierbei muß durch die Art der Beheizung über Heizbänder und durch die Materialeigenschaften des Vorzentriertkörpers ein schlechter Wärmeübergang befürchtet werden.

Ferner ist ein aus mehreren Ebenen zusammengesetztes Heizkanalsystem (2) vorhanden, in dem Heizkanäle (3) eingearbeitet sind, und wobei bei Verwendung von Mehrfachwerkzeugen in einem Arbeitsgang beispielsweise 6–32 Formteile gleichzeitig gespritzt werden. Verfahren zur Herstellung solcher Temperier- und Heizkanalsysteme sind beispielsweise aus den DE-OS 36 32 574 und 36 32 640 der Anmelderin bekannt.

Bei den im allgemeinen mit Leitungswasser gekühlten Temperiersystemen kann durch aggressive Zusätze des Wassers Korrosion entstehen, durch den Kalkgehalt können sich bei längerem Gebrauch die Kühlkanäle zusetzen, wodurch die Gebrauchsdauer des Werkzeugs verringert wird.

Die Nadelsteuerung geschieht im allgemeinen durch einen Kolbenantrieb, welcher in einer Werkzeugplatte (5) untergebracht ist, bestehend aus einem Kolben (14), welcher in einem Zylinder (13) mit Luft oder Hydrauliköl beaufschlagbar gleitend sitzt. Ein derartiger Kolbenantrieb ist beispielsweise aus der DE 32 49 486 bekannt. In dieser Patentschrift sind die Dichtungsprobleme des Kolbens wegen der erforderlichen hohen Drücke für die Hydraulik diskutiert und es wird vorgeschlagen, die Probleme durch zwei miteinander wirkende Kolben zu lösen, die mit Preßluft betrieben werden. Der vorgeschlagene Aufbau wird dabei allerdings sehr kompliziert und dürfte bei längerem Gebrauch Verschleißprobleme bereiten.

Desweiteren ist bei vielen Spritzgießwerkzeugen die Verbindung vom Kolben zur Nadel unbefriedigend gelöst, so daß nach längerem Gebrauch – viele Spritzgießwerkzeuge vollbringen weit über eine Million Spritzgußvorgänge – ein erheblicher Verschleiß beob-

achtet wird und eine exakte Führung der Nadel nicht mehr gewährleistet ist.

Schließlich weisen die meisten kommerziell vertriebenen Spritzgießwerkzeuge den Nachteil auf, daß sie die Steuerung der Verschlußnadel nur unvollkommen kontrollieren und dadurch einen hohen Ausschuß von Formteilen produzieren, was die Wirtschaftlichkeit der Maschine verringert beziehungsweise teure Qualitätskontrollen der Endprodukte erforderlich macht.

Daher bestand die Aufgabe, ein Spritzgießwerkzeug der eingangs genannten gattungsmäßigen Art zu finden, welches

- einen reibungsarmen Fluß des Thermoplasts zu den Angußöffnungen in die Kavität gewährleistet
- Korrosion und Zusetzen der Temperierkanäle vermeidet
- den Verschleiß der die Nadelführung bewirkenden Teile herabsetzt
- die optimale Gleit- und Dichtfähigkeit innerhalb des Ventilgehäuses gewährleistet
- den Ausstoß fehlerhaft produzierter Formteile automatisch veranlaßt.

Erfindungsgemäß wurde die Aufgabe gelöst mit einem Spritzgießwerkzeug mit den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 genannten Merkmalen. Einzelheiten der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen, der Beschreibung und den Zeichnungen hervor.

Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnungen näher erläutert und zwar zeigen

**Fig. 1** einen Schnitt durch ein Spritzgießwerkzeug konventioneller Bauart,

**Fig. 2** einen Schnitt durch ein erfindungsgemäßes Spritzgießwerkzeug in der oberen (geöffneten) Stellung der Verschlußnadel,

**Fig. 3** eine Teilansicht einer Spritzduse gemäß der vorliegenden Erfindung.

#### 1. Nadelverschlußduse

Bezugnehmend auf **Fig. 1** und 3 wurde mit der vorliegenden Erfindung auch eine Optimierung der Nadelverschlußduse 1 angestrebt. Diese ist eine Kombination an sich bekannter sowie neu gefundener und eingeführter Merkmale.

Zum Zweck eines guten Wärmeübergangs soll der Vorzentriertkörper einstückig mit dem Düsenkörper (6) ausgeführt sein, ferner soll die Beheizung (4) der Duse (1) durch ein wärmeleitfähiges Material beispielsweise Kupfer, in das die Heizwendeln (28) eingegossen sind, bewerkstelligt werden.

Andererseits soll der Wärmeübergang vom Düsenkörper (6) zum Werkzeugblock (10) möglichst gering sein, was an der Übergangsstelle (41) durch Titan- beziehungsweise Keramikdichtisierungen bewirkt wird. Ebenso ist der Düsenkörper an seinem oberen Teil gegen den Werkzeugblock (23) durch eine analoge Isolierung (42) thermisch getrennt.

Im Hinblick auf eine schnelle Füllung der Kavität und eine optimale Vorzentrierung der Nadel (8) wurde gefunden, daß die Konuswinkel ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) der vorderen und hinteren konischen Zuspitzung (7) der Nadel (8) jeweils nicht übersteigen sollen, wie aus **Fig. 3** erkennbar. In dieser Figur ist gestrichelt der obere Hubzustand (offen) der Nadel und ausgezogen die Schließstellung (unterer Hubzustand) dargestellt.

## 2. Heißkanal- und Temperiersystem

Der Heißkanal beziehungsweise Heißkanalverteiler (2) ist aufgebaut, wie beispielsweise aus der bereits erwähnten DE 36 32 640 bekannt. Die Heißkanäle sind so eingefrast, daß tote Winkel sowie Kanten vermieden werden, um auf diese Weise einen gleichmäßigen Fluß des Thermoplasts zu ermöglichen und Materialablagerungen, die zu fehlerhaftem Zustand der Formteile führen, zu vermeiden. Eine ähnliche Zielsetzung ist in der EP 01 97 181 beschrieben.

In analoger Weise ist das im Werkzeugblock (10) angeordnete Temperiersystem (12, 12', 12'') aufgebaut wie in der DE 36 32 574 beschrieben, was eine intensive Kühlung des Spritzgießwerkzeuges ermöglicht und für optimalen Kuhlflüssigkeitsdurchsatz sorgt. Dabei sind die Temperierkanäle (12, 12', 12'') im zusammengesetzten Zustand des Temperiersystems, welches durch Diffusionsschweißen bewerkstelligt wird, durch chemisches Vernickeln gegen Korrosion geschützt. Hierbei wird Nickel als Nickel-Phosphor-Legierung unter Verwendung des Reduktionsmittels Natriumhypophosphit abgeschieden, indem eine entsprechende Reaktionslösung mit Pumpen durch das Temperiersystem durchgepumpt wird, bis eine Abscheidungsstärke von etwa 200 µm erreicht ist. Auf diese Weise wurde die Korrosion, welche bei konventionellen Temperiersystemen nach längerer Gebrauchsdauer für erhebliche Probleme sorgte, zuverlässig vermieden.

## 3. Kolbenantrieb für Nadelverschlußdüse

In dem verbesserten Kolbenantrieb (5) liegt der wesentliche Teil der vorliegenden Erfindung. Die Antriebseinheit besteht, wie aus Fig. 2 hervorgeht, aus einem Ventilgehäuse (13) mit einem Deckel (16), in dem sich ein Kolben (11) axial verschiebbar befindet. Der Kolben ist durch eine Schraubverbindung (32) mit einem weiteren Kolben (14) fest verbunden, welcher sich ebenfalls in dem Ventilgehäuse befindet. Zum Antrieb der Kolben (11, 14) sind Preßluftzuführungen (19), welche je nach Stellung des Kolbens in der offenen Position der Nadel den oberen Teil des Ventilgehäuses (33) beziehungsweise in geschlossener Stellung der Nadel den unteren Teil des Ventilgehäuses (20) mit Luft beaufschlagen. Die Gleitdichtung des Kolbens (11) wird durch einen in einer zylindrischen Wandungsausnehmung des Kolbens sitzenden Dichttring (21) mit rechteckigem Querschnitt (Handelsbezeichnung "Quadrang") hergestellt, welcher aus Silikongummi besteht. Die Gleitdichtung des Kolbens (14) bewirkt eine Hutmanschette (22), welche in einer zylindrischen Ausnehmung des Ventilgehäuses sitzt und durch einen Zylinderring (12), welcher mit dem Gehäuse verschraubt ist, an den Kolben gepreßt wird. Weiterhin ist die Schraubverbindung (32) gegen Lösen wegen der häufigen Hubvorgänge, die mit erheblichen Wechselbelastungen verbunden sind, durch eine sogenannte Schnorrscheibe (29) als Beilagscheibe gesichert. Diese Scheibe ist beiderseits mit schrag radial verlauf-

enden Vertiefungen des Kolbens (14) in der Nadel (8) wird geschaffen, indem diese an ihrem oberen Ende zylindrisch erweitert ist und diese Erweiterung (15) in einer T-Nut des Kolbens sitzt, in die sie radial eingeschoben ist.

lindrischer Erweiterung ist so beschaffen, daß die Nadel (8) ein axiales Spiel von höchstens 5 µm hat, aber gleichzeitig Verschiebungen zwischen Kolbenantrieb (5) und Heißkanalverteiler (2) durch thermische Einflüsse in radialer Richtung ausgleicht. Ein weiterer Spannungsausgleich kann durch eine an sich bekannte Tellerscheibe (17) geschehen, deren nach oben gebogene federnde Ränder am Kolbenantrieb anliegen und deren Unterseite am Heißkanal (2) anliegt.

Um die Verschleißfähigkeit zu reduzieren, sind die gegeneinanderreibenden Teile des Ventilgehäuses beziehungsweise Kolbens beschichtet und zwar sind vorzugsweise die aus gehärtetem Stahl bestehenden Kolben (11) und (14) an der Gleitfläche mit Titannitrit beschichtet, wobei die Schichtdicke 2–4 µm beträgt, ebenso die Innenseite des Ventilgehäuses, die Nadel (8) und die Kupplungsstücke. Letztere Teile können auch plasmanitriert werden, wobei die Beschichtungsstärke 10–50 µm beträgt. Die dauerhafte Dichtigkeit und hohe Gleitfähigkeit zwischen der Nadel (8) und der Nadelführungsbuchse (18) wird erreicht durch ein zusätzliches Plasmanitrieren der Innenseite der Nadelführungsbuchse. Ersatzweise können diese Teile auch verchromt sein.

## 4. Kontrollsystem für den Spritzgießvorgang

Dazu ist an der Außenseite des Ventilgehäuses (5) ein Sensor (36) angebracht, der ein Induktivfeld aufbaut, welches durch den Kolben (11) beeinflußt wird, wenn dieser sich benachbart zum Sensor (36) also beispielsweise in der oberen Hubstellung befindet. Eine nicht dargestellte elektronische Auswerteeinheit registriert, ob zwischen dem Zeitpunkt der Kolbensteuerung durch die Preßluft in die obere beziehungsweise untere Hubstellung und dem Zeitpunkt der effektiven Stellung des Kolbens in Verbindung mit den Einspritzparametern eine Differenz besteht. Bei Überschreitung eines festgelegten Grenzwertes der Zeitdifferenz für den entsprechenden Hub bei dem Auswurf des betreffenden Formteiles wird dieses als Ausschub verworfen. Bei Mehrfachwerkzeugen wird analog verfahren, da jedes Ventilgehäuse einen derartigen Sensor besitzt, welche alle mit der Auswerteeinheit verbunden sind, so daß gegebenenfalls alle Formteile eines Zyklus als fehlerhaft verworfen werden können.

## Patentansprüche

1. Spritzgießwerkzeug für die Herstellung von aus thermoplastischen Kunststoffen aufgebauten Formteilen, bestehend aus mindestens einer elektrisch beheizten Nadelverschlußdüse, wobei der untere, teils konisch zulaufende Nadelteil eine Ansaugöffnung periodisch öffnet und schließt und durch einen Vorzentriertkörper geführt wird, wobei der obere Nadelteil mit einem axial verschiebbaren Kolben verbunden ist, der in einem Ventilgehäuse abgedichtet gleitet, wobei das Ventilgehäuse mit Luft oder Hydrauliköl zur axialen Verschiebung

dadurch gekennzeichnet ist, daß der obere Teil der Nadel (8) in einer zylindrischen Erweiterung (15) endet, welche radial verschieblich in einer T-Nut eines axial verschiebbaren Kolbens (14) sitzt.

einem weiteren Kolben (11) fest verbunden ist, dessen Hub durch zwei mit Druckluft beaufschlagten Zuführungen (19) bewirkt wird, die in Luftkammern (20, 33) einmünden, wobei der Kolben (11) in dem Ventilgehäuse (13) durch einen Dichtring (21) mit rechteckigem Querschnitt abgedichtet wird, welcher sich in einer zylindrischen Ausnehmung des Kolbens (11) befindet und wobei der Kolben (14) über eine Hutmanschette (22) abgedichtet wird, welche in einer zylindrischen Ausnehmung des Ventilgehäuses (13) sitzt und durch einen Zylinderring (12), welcher mit dem Gehäuse (13) verschraubt ist, an den Kolben (14) gepreßt wird und wobei die Steuerung des Spritzgußvorganges über einen Sensor (36) bewirkt wird, der den Hubzustand des Kolbens bestimmt, in dem der Kolben (11) das Induktivfeld des Sensors (36) beeinflußt und wobei über eine Auswerteeinheit bei falschem Zeitpunkt der Kolbensteuerung der Auswurf des produzierten Formteils als fehlerhaft bewirkt wird beziehungsweise bei einem Mehrfachwerkzeug bei einer entsprechenden Registrierung der Auswurf aller Formteile als fehlerhaft bewirkt wird.

2. Spritzgießwerkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schraubverbindung (32) gegen Lösen durch eine Schnorrscheibe (29) oder durch einen entsprechenden Kleber gesichert wird.

3. Spritzgießwerkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Konuswinkel ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) der Nadel (8) an ihren der Angußöffnung benachbarten Enden einen Winkel von höchstens 15° gegen die Mittelachse aufweisen.

4. Spritzgießwerkzeug nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperierkanäle (12, 12', 12'') des Temperiersystems (10) durch chemisches Abscheiden einer Nickel-Phosphor-Legierung passiviert sind.

5. Spritzgießwerkzeug nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Gleitflächen der Kolben (11, 14), die Innenseite des Ventilgehäuses (13), die Nadel (8) sowie die Kupplungsverbindung (15) titannitritbeschichtet oder verchromt sind.

6. Spritzgießwerkzeug nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Gleitflächen der Kolben (11, 14), die Innenfläche des Ventilgehäuses, die Nadel (8), Kupplungsverbindung (15) sowie die Nadelführungsbuchse (18) plasmanitriert sind.

7. Spritzgießwerkzeug nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Dusenkörper (6) gegen die ihn einspannenden Werkzeugblöcke (23, 10, 11) durch Isolierdichtungen (41, 42), bestehend aus Titan oder Keramik abgedichtet ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

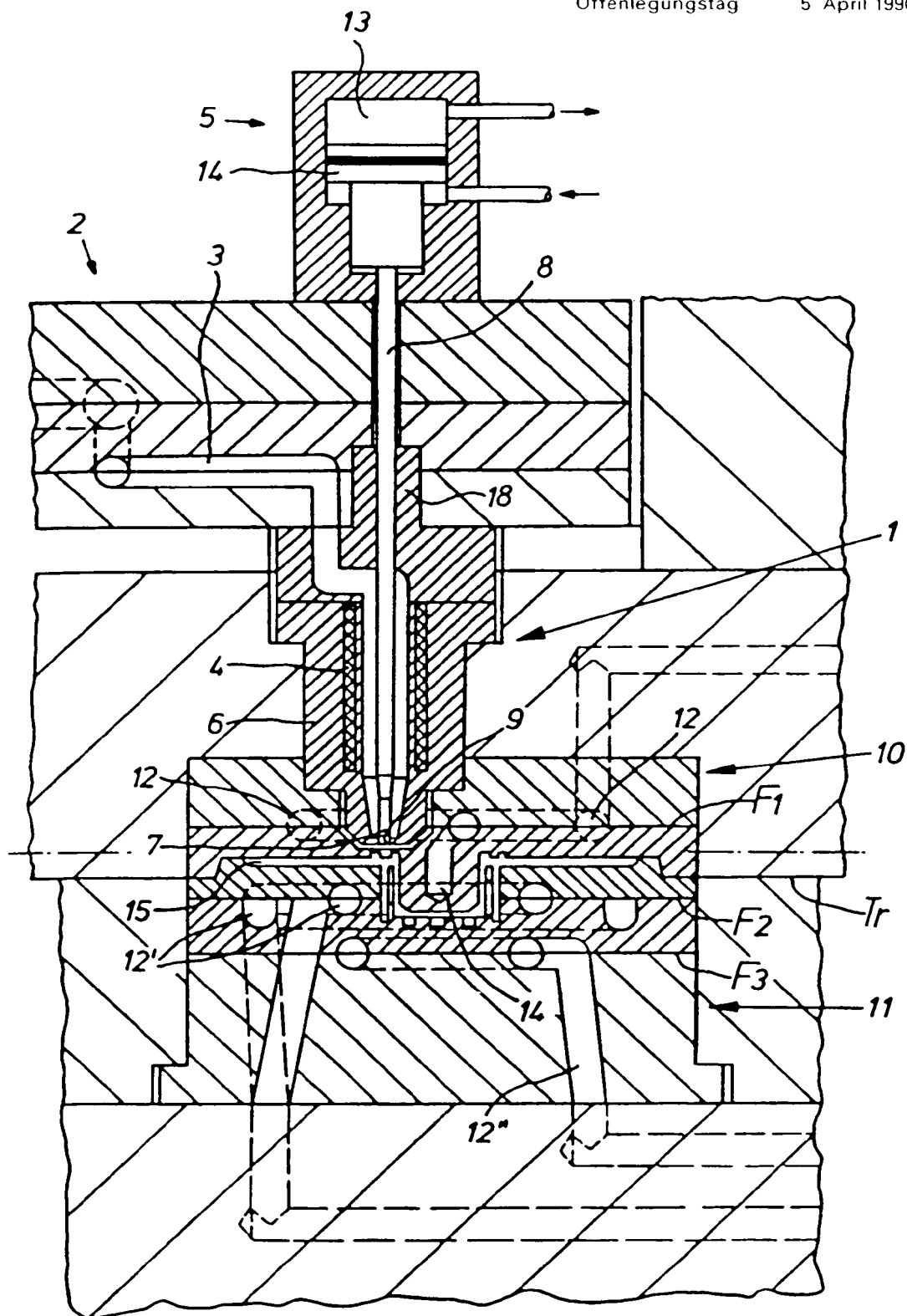


FIG. 1

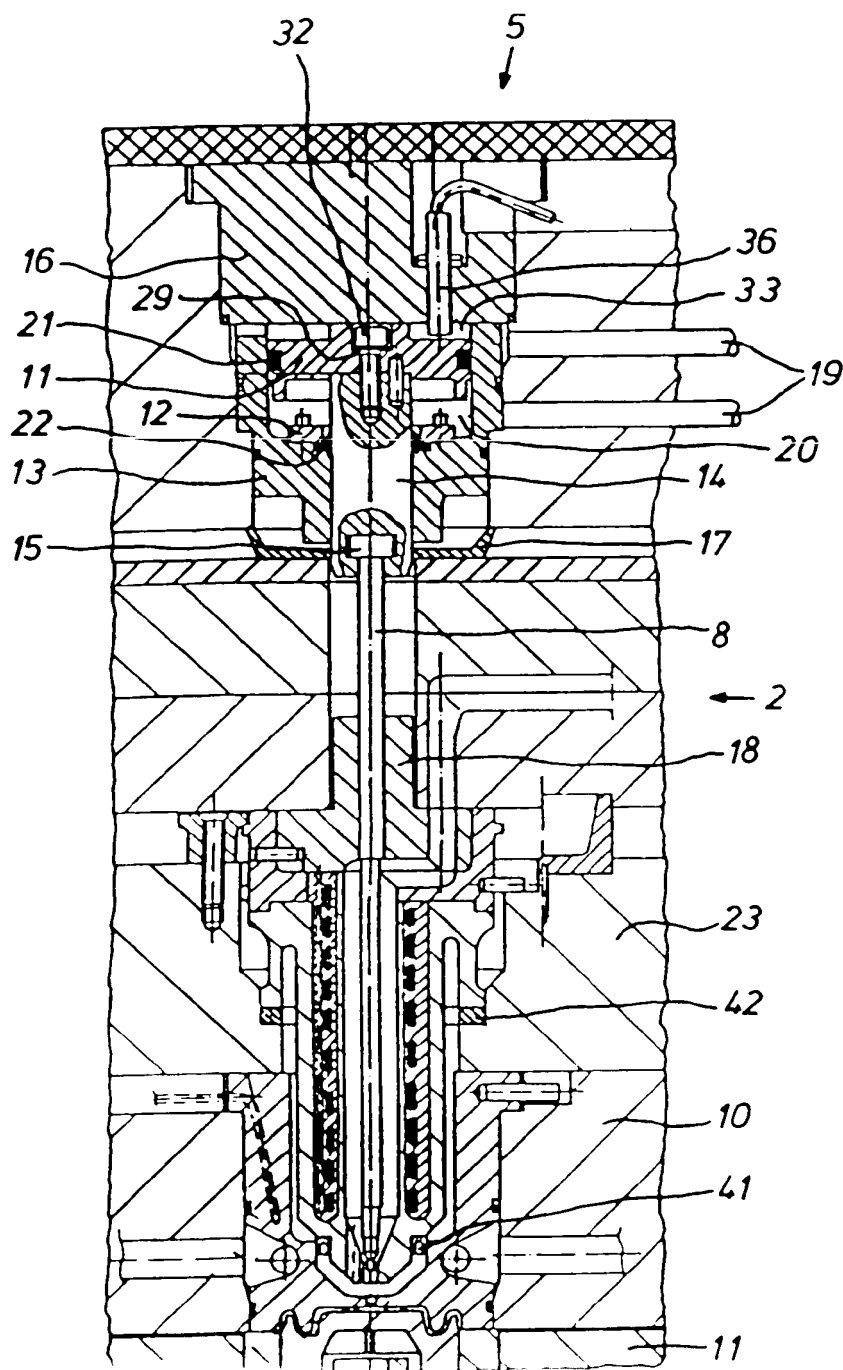


FIG. 2

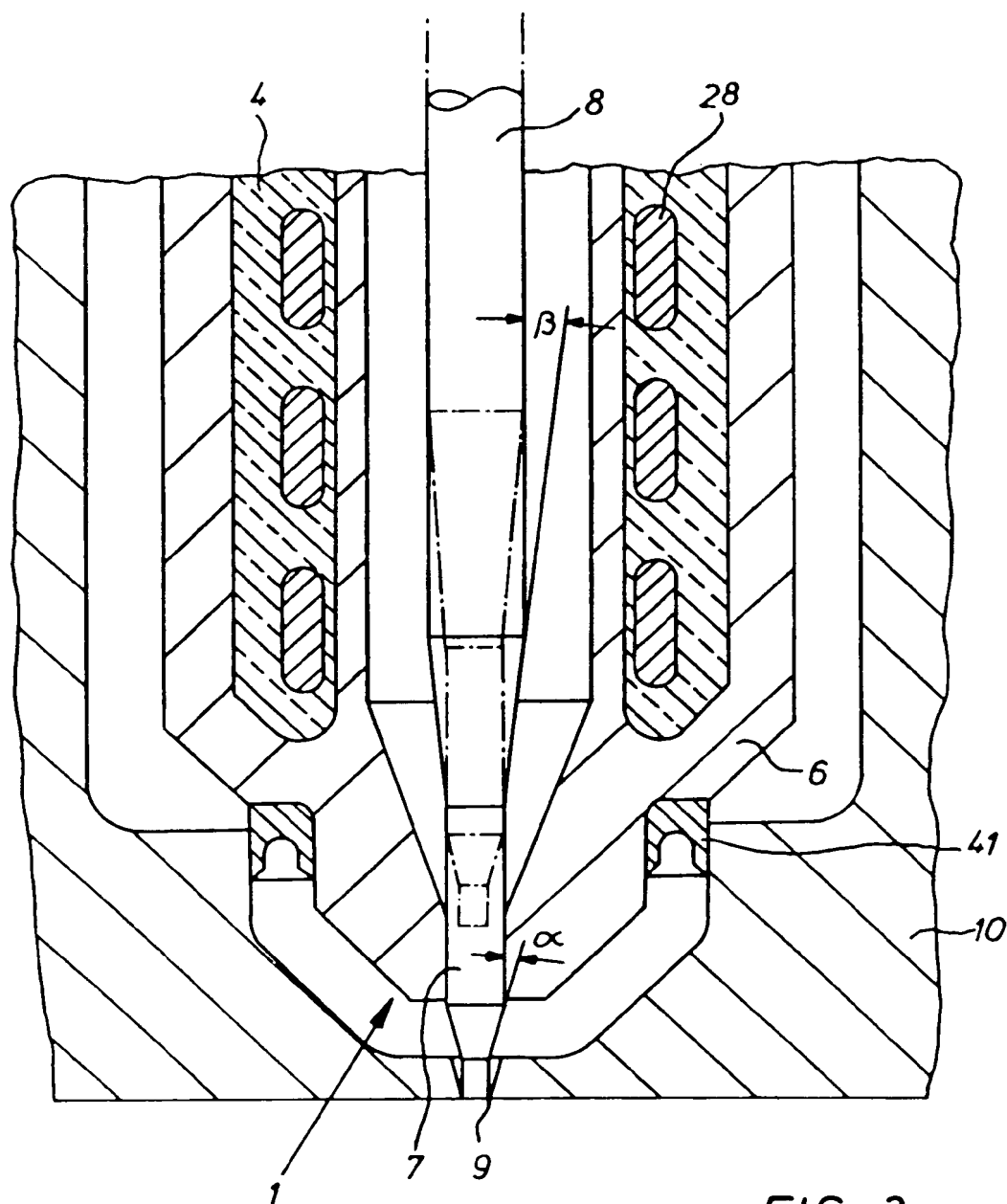


FIG. 3





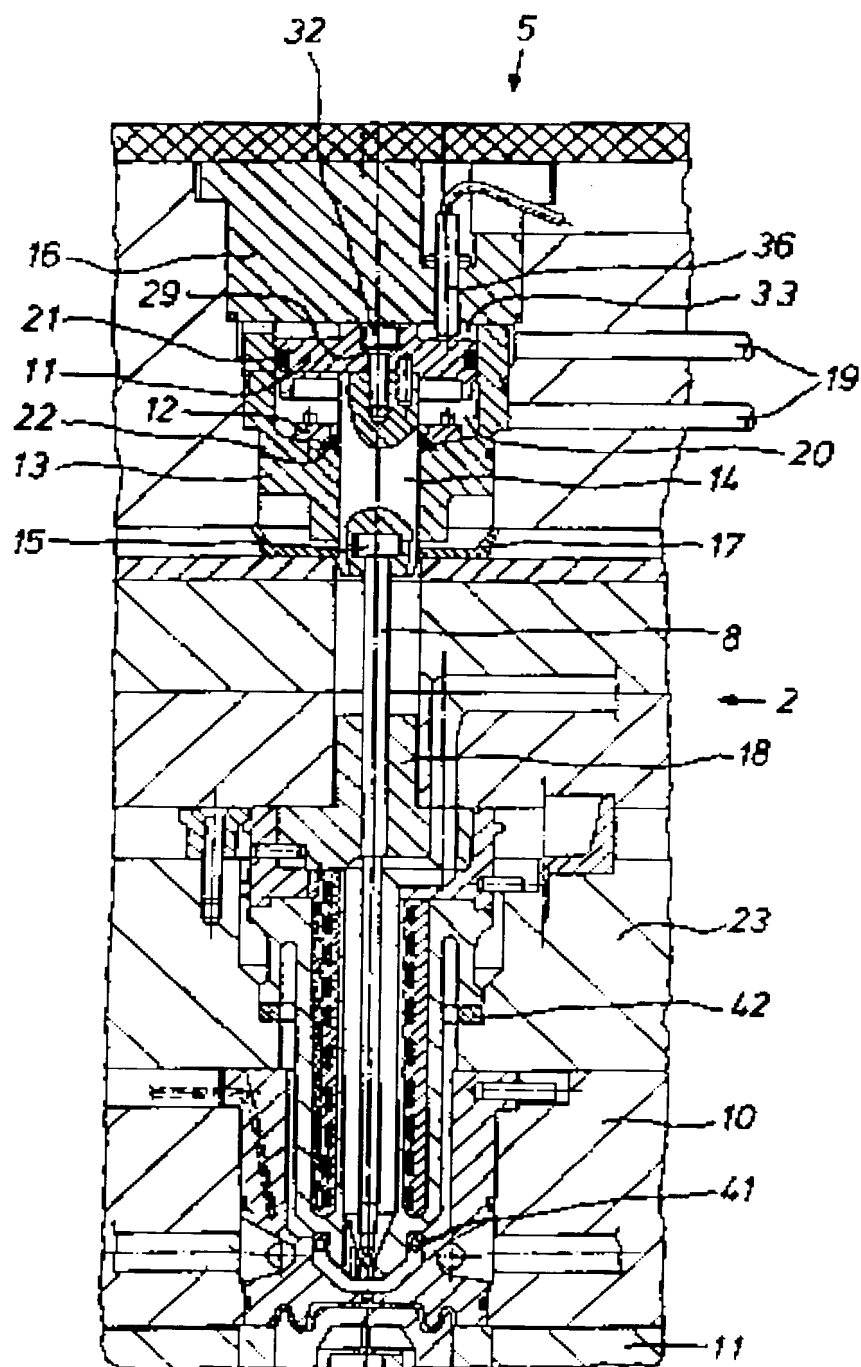


FIG. 2

